



**UNIVERSIDAD DE CUENCA FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA**

**“Estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la
resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de
fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en
café”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE ODONTÓLOGO**

AUTORES: NATALY TATIANA PEÑAFIEL PALACIOS
ISMAEL OSWALDO LEÓN ARÉVALO

DIRECTOR: DR. JUAN FERNANDO ORDOÑEZ
AGUILERA

**CUENCA- ECUADOR
2017**



RESUMEN

Las resinas compuestas en los últimos años han sido escogidas como material de preferencia tanto del paciente como del profesional, debido a excelente estética, textura y resistencia. Sin embargo estas propiedades se pueden ver afectadas por un mal manejo en su colocación, un tiempo insuficiente de fotopolimerización da como resultado un bajo grado de conversión del monómero de la resina haciendo que este sea más permeable a las tinciones provenientes de la cavidad bucal, alterando el color inicial de las resinas.

Objetivo: Este estudio experimental In Vitro, tuvo como propósito analizar el cambio cromático de resina de nanorelleno, en relación con el tiempo de polimerización de 20 y 40 segundos. Después de la inmersión a café.

Metodología: Se fabricaron aleatoriamente 50 discos de resina, divididos en dos grupos de 25 especímenes cada grupo, el primer grupo fue fotopolimerizado con un tiempo de 20 segundos y el segundo grupo fue fotopolimerizado con un tiempo de 40 segundos, posteriormente las muestras fueron sumergidas en café durante 15 minutos, después de este tiempo fueron limpiadas con agua y cepillo, para luego almacenarse en frascos ámbar. La valoración del color se realizó a los 7 días, repitiendo el procedimiento de inmersión a diario.

Resultados: Fueron evaluados estadísticamente mediante la prueba no paramétrica para muestras relacionadas de Wilcoxon, además para determinar la diferencia de grupos en la frecuencia de cambios se empleó la prueba Chi-Cuadrado y finalmente para determinar la diferencia de los niveles de cambio entre los grupos se aplicó la prueba U-Mann Whitney. Las cuales demostraron que en el primer grupo de estudio se dio un cambio medio de color de 10.84 ($DE=0.37$), mientras que en el segundo grupo de estudio el cambio medio fue de 0.48 ($DE=0.87$), de acuerdo con la escala de la guía de color Vita Classic, utilizando el espectrofotómetro (VITA Easyshade® Advance 4.0-Germany).

Conclusión: La variación de color fue mayor para el grupo de discos fotopolimerizados en 20 segundos, en donde se reportó un cambio estadísticamente significativo.

PALABRAS CLAVES: RESINAS, FOTOPOLIMERIZACIÓN, CAMBIO DE COLOR.



ABSTRACT

Composite resins in recent years have been chosen as a preferred material for both the patient and the professional, due to excellent aesthetics, texture and strength. However, these properties can be affected by mismanagement in their placement, an insufficient time of photopolymerization results in a low degree of conversion of the resin monomer making it more permeable to the stains coming from the oral cavity, altering the initial color of the resins.

Aim: This experimental study In Vitro, aimed to analyze the chromatic change of nanorellene resin, in relation to the polymerization time of 20 and 40 seconds. After the dive to coffee.

Method: 50 resin disks were made, divided into two groups, the first group was photopolymerized with a time of 20 seconds and the second group was photopolymerized with a time of 40 seconds, the samples were submerged in coffee for 15 Minutes, after this time the samples were cleaned with water and brush, then stored in amber bottles. The color evaluation was performed at 7 days, repeating the daily submersion procedure.

Results: These were statistically evaluated using the non-parametric test for related Wilcoxon samples, in addition to determining the difference of groups in the frequency of changes we used the Chi-Square test and finally to determine the difference of the exchange levels between the groups was applied U-Mann Whitney test. These showed that in the first study group there was a mean color change of 10.84 (SD = 0.37), while in the second study group the mean change was 0.48 (SD = 0.87), according to the scale Of the Vita Classic color guide, using the spectrophotometer (VITA Easyshade® Advance 4.0-Germany).

Conclusion: The color variation was higher for the group of photopolymerized discs in 20 seconds, where a statistically significant change was reported.

KEYWORDS: RESINS, PHOTOPOLIMIZING, COLOR CHANGE.



Contenido

RESUMEN	2
CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD.....	7
CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO.....	8
CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO.....	9
DEDICATORIA.....	10
DEDICATORIA.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. ANTECEDENTES	13
2.2. RESINAS COMPUESTAS	14
2.2.1. DEFINICIÓN.....	14
2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	14
2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS	16
2.3. FOTOPOLIMERIZACIÓN.....	18
2.3.2. LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN	19
2.4. COLOR.....	21
2.4.1. MEDICIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA	23
2.5. ESTABILIDAD DE COLOR.....	25
2.6. CAFÉ.....	26
ESTADO DEL ARTE	27
3. OBJETIVOS	29
3.1. OBJETIVO GENERAL	29
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	30
4.1. TIPO DE ESTUDIO.....	30
4.2. UNIVERSO Y MUESTRA	30
4.3. HIPÓTESIS.....	31
4.3.1. Hipótesis Afirmativa.....	31
4.3.2. Hipótesis Nula.....	32



UNIVERSIDAD DE CUENCA

4.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
4.5. PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS	33
4.5.1. ELABORACIÓN DE MUESTRAS	33
4.5.2 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS	34
4.5.3 TOMA DE COLOR INICIAL	34
4.5.4. INMERSIÓN DE LA MUESTRA A LA BEBIDA PIGMENTANTE	35
4.5.5. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN.....	35
4.5.6 TOMA DE COLOR FINAL	36
4.6. PLAN DE ANÁLISIS.....	36
5. RESULTADOS.....	37
5.1. Resina de nanorelleno fotopolimerizada en 20 segundos.....	37
5.2. Resina de nanorelleno fotopolimerizada en 40 segundos.....	37
5.3. Comparación del cambio cromático entre las resinas polimerizadas durante 20 segundos y durante 40 segundos.	38
6. DISCUSIÓN	40
8. RECOMENDACIONES	43
9. BIBLIOGRAFÍA.....	44
10. ANEXOS.....	48



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Nataly Tatiana Peñafiel Palacios coautora de la tesis “Estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en café”, certifico que todas las ideas opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, Febrero 2017

A handwritten signature in purple ink, reading "Nataly Tatiana Peñafiel Palacios", is positioned above the printed name.

Nataly Tatiana Peñafiel Palacios

0106715881



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ismael Oswaldo León Arévalo coautor de la tesis “Estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en café”, certifico que todas las ideas opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, Febrero 2017

Ismael Oswaldo León Arévalo

0104198460



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO

Yo, Nataly Tatiana Peñafiel Palacios coautora de la tesis “Estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en café”, reconozco y acepto el derecho de la universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por reconocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de odontóloga. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, Febrero 2017

Una firma manuscrita en tinta púrpura que parece leer "Nataly Palacios".

Nataly Tatiana Peñafiel Palacios

0106715881



UNIVERSIDAD DE CUENCA

CLÁUSULA DE RECONOCIMIENTO DE DERECHO DE LA UNIVERSIDAD PARA PUBLICAR EL DOCUMENTO

Yo, Ismael Oswaldo León Arévalo coautor de la tesis “Estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en café”, reconozco y acepto el derecho de la universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por reconocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de odontólogo. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Febrero 2017

Ismael Oswaldo León Arévalo

0104198460



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

NATALY:

Mi tesis la dedico con todo mi corazón primeramente a Dios por darme su mano cuando quise desistir y por mantenerme firme en mi fe.

A mi madre, Eulalia por ser el pilar de mi vida que nunca dejó que me derrumbará, por creer en mí y por ser mi ejemplo de superación y lucha para salir victoriosa de las adversidades de la vida.

A mis abuelitos, tíos y primos por siempre estar al pendiente y apoyarme en lo que he necesitado, siempre los llevaré en mi corazón.

Y por último a mis profesores, compañeros y pacientes que hicieron de la Facultad de Odontología mi segundo hogar.



UNIVERSIDAD DE CUENCA

DEDICATORIA

ISMAEL:

Dedico esta tesis con mucho cariño y amor a Dios porque sé que siempre estuvo ahí cuando más lo necesite, para los que estuvieron apoyándome, y confiando en mí, a mis padres por su apoyo incondicional y comprensión, porque gracias a ellos soy lo que soy.



1. INTRODUCCIÓN

El campo de la odontología ha presentado cambios muy importantes a lo largo de los años, dejando atrás técnicas y materiales que presentaban poca estética, baja funcionalidad y destrucción de tejido sano de forma inadecuada, dando como resultado la concientización de lo importante que es la salud dental, y un aumento en la demanda de los tratamientos dentales con estética de alto nivel, a la par de una funcionalidad adecuada. (1) La resina es el material de elección en la mayoría de los casos clínicos, debido a que posee la capacidad de reproducir el color del diente como su resistencia. (2)

Las propiedades físicas, mecánicas y biológicas de una resina de fotocurado están fuertemente influenciadas por el grado de conversión obtenida por la matriz orgánica. Idealmente un material de resina debería tener todo su monómero convertido en polímero después de la polimerización. Una de las propiedades físicas más importantes es la estabilidad de color, la cual se va a ver afectada por un insuficiente grado de conversión debido a que el monómero residual en la cadena polimérica es soluble y facilita la penetración de colorantes del medio oral en la red polimérica (3). El tiempo de fotopolimerización es el factor principal que contribuye a la conversión del monómero en polímero. Los fabricantes de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT recomiendan utilizar 20 segundos como tiempo de fotopolimerización en los colores de esmalte, pero en estudios posteriores se demostró que se obtienen mejores propiedades físicas y mecánicas al aumentar este tiempo a 40 segundos (3). Estos 2 tiempos son altamente utilizados por los odontólogos en la actualidad. (4)

Entre las sustancias con mayor tendencia a pigmentar las restauraciones tenemos al café, que es la tercera bebida más consumida en el Ecuador según cifras de la base de datos del Banco Central del Ecuador. (5)



2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La historia asociada al desarrollo de las resinas compuestas tuvo sus inicios durante la primera mitad del siglo XX. En ese entonces, los únicos materiales que tenían color del diente y que podían ser empleados como material de restauración estética eran los silicatos. A finales de los años 40, las resinas acrílicas de polimetilmetacrilato (PMMA) reemplazaron a los silicatos. Estas resinas tenían un color parecido al de los dientes, eran insolubles a los fluidos orales, fáciles de manipular y tenían bajo costo. Lamentablemente, estas resinas acrílicas presentan baja resistencia al desgaste y contracción de polimerización muy elevada y en consecuencia mucha filtración marginal. La era de las resinas modernas empieza en 1962 cuando el Dr. Ray. L. Bowen desarrolló un nuevo tipo de resina compuesta. La principal innovación fue la matriz de resina de Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y un agente de acoplamiento o silano entre la matriz de resina y las partículas de relleno. Desde ese entonces, las resinas compuestas han sido testigo de numerosos avances y su futuro es aún más prometedor. (6)

Pero no fue hasta la introducción de las resinas compuestas adheridas fotopolimerizables que los clínicos pudieron finalmente practicar la odontología mínimamente invasiva de forma predecible y eficiente, con resultados estéticos. Es irrefutable que la fotopolimerización cambió la odontología. La mayoría de las resinas compuestas de uso directo dependen de una técnica de fotopolimerización adecuada, pero desafortunadamente, basados en nuevas investigaciones y en la comprensión contemporánea del tema, la fotopolimerización es un tema que puede ser subestimado, tanto en las clínicas dentales como en las facultades. (7)



2.2. RESINAS COMPUESTAS

2.2.1. DEFINICIÓN

Son materiales poliméricos con muchas uniones cruzadas reforzadas por la dispersión de partículas de un relleno de resinas orgánicas, cristalinas, vítreas o de sílice amorfo y/o fibras amorfas cortas unidas a la matriz mediante un agente de acoplamiento. (8)

2.2.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA

Las resinas compuestas están conformadas principalmente por una matriz de resina, partículas inorgánicas de relleno y un agente de unión (silano), además de un sistema iniciador- activador, inhibidores y modificadores del color. (2) (9)

Matriz de resina

La matriz orgánica está conformada por monómeros de dimetacrilatos aromáticos y/o alifáticos de alto peso molecular como el Bis- GMA (bisfenolglidil metacrilato) y el UDMA (dimetacrilatos de uretano) o de bajo peso molecular como el TEGDMA (dimetacrilatos de trietilenglicol) y el EGDMA (dimetacrilatos de etilenglicol) llamados también diluyentes. (9) (10)

El peso molecular alto como la estructura aromática aumenta la rigidez y resistencia compresiva, reduce la contracción de polimerización y la absorción de agua. (9) (10)

La asociación del Bis- GMA y TEGDMA permiten mayor incorporación de carga, aumenta el grado de conversión de la matriz resinosa de monómeros en polímeros y aumenta los beneficios de las propiedades mecánicas otorgando características apropiadas de material restaurador directo. (10)



Partículas de relleno

Son fibras o partículas de vidrio, cuarzo o sílice, en diferentes formas, tamaños y cantidades que se dispersan en la matriz de la resina. La función de estas partículas es brindar estabilidad dimensional a la matriz de resina y mejorar sus propiedades, reduciendo la contracción generada por la polimerización, la absorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica. De esta manera proporcionan mejor resistencia a la contracción, a la compresión y abrasión. (11)

Cuanto mayor sea la incorporación de relleno a la matriz, se van a obtener mejores resultados en las propiedades de la resina en cuanto a la contracción de polimerización y consecuentemente una menor filtración marginal. (10)

Agente de unión

La mayoría de resinas tienen relleno basado en sílice, por lo tanto, el agente de unión más utilizado es el silano, produce la adhesión entre las partículas de relleno y la matriz de resina. (10) (2)

Sistema iniciador

Es el encargado de iniciar la reacción de polimerización, se necesita que actúen los radicales libres que pueden ser generados por estímulos de un agente químico o físico. En el caso de los sistemas fotocurados la energía de la luz visible es la que provee el estímulo para que se active un iniciador en la resina (canforquinonas, lucerinas). (2) (9)



Inhibidores de la polimerización

Los más comunes son las hidroquinonas y el éter monometílico de hidroquinona, estos se agregan en pequeñas cantidades (0,01% en peso) para minimizar la polimerización espontánea de la resina cuando tienen exposición breve a la luz, aumentar el tiempo de trabajo y su vida útil. (10) (12)

Modificadores de Color

Las resinas compuestas son comercializadas en varios colores para mimetizar las estructuras dentarias, contienen óxidos metálicos que son pigmentos inorgánicos que dependiendo su cantidad permiten al material presentar varios colores, para el esmalte que es un tejido translucido requiere poca cantidad de óxidos, mientras que la dentina que presenta un tejido opaco requiere mayor cantidad de óxidos. Los más utilizados son el dióxido de titanio o el óxido de aluminio por lo encontramos resinas para esmalte como para dentina (9)

2.2.3. CLASIFICACIÓN DE LAS RESINAS COMPUESTAS

Lutz y Phillips clasificaron las resinas compuestas de acuerdo al tamaño de las partículas de relleno: convencionales o macrorelleno (partículas de 0.1 a 100um), microrrelleno (partículas de 0,4um) y resinas híbridas (con rellenos de diferentes tamaños). (13)

Actualmente se han clasificado en cinco categorías principales a las cuales se agrego las resinas de nanorelleno que son de desarrollo reciente:

- **Resinas de macrorelleno o convencionales:** Sus partículas de relleno tienen un tamaño promedio de 10 y 50um (5). Su desuso en la práctica clínica se ha justificado porque la rigidez de sus partículas no permite un



UNIVERSIDAD DE CUENCA

buen acabado superficial ya que presenta alta rugosidad superficial que se manifiesta durante el desgaste abrasivo de la matriz orgánica, provocando una superficie áspera y susceptible fácilmente a pigmentación. (9) (10)

- **Resinas de microrelleno:** Desarrolladas a finales de los años setenta para mejorar los problemas de pulido de las resinas de macropartículas, estas resinas proporcionan un alto pulido y brillo superficial resultando muy estéticas, presentan propiedades físicas y mecánicas inferiores a las resinas de macropartículas y no son indicadas para el sector posterior. Su relleno es de sílice coloidal con partículas entre 0.01 y 0.05 μ m de tamaño. (1) (14)
- **Resinas híbridas:** Desarrolladas con la finalidad de obtener restauraciones más lisas en comparación con las resinas de micropartículas, manteniendo las propiedades mecánicas. Están reforzadas con una fase inorgánica de vidrio con partículas entre 0.6 y 1 μ m de tamaño incorporando sílice coloidal de 0.04 μ m. Entre sus otras propiedades están menor contracción por polimerización y baja absorción de agua. (1)
- **Resinas microhíbridas:** Son el resultado de la combinación de resinas híbridas, con las resinas de microrelleno, presentan partículas de 0.6 a 5 μ m y partículas de microrelleno de 0.04 μ m, además presentan una carga de hasta el 80% por lo que sus propiedades mecánicas son muy buenas y sus pequeñas partículas le otorgan alta estética. (10)
- **Resinas nanohíbridas:** Poseen nanopartículas de sílice pirogénico de 0.04 μ m dentro de su material microhíbrido, además presentan partículas de 20 a 60nm en la parte inorgánica y un microrelleno promedio de 0.7 micrones, que otorga viscosidad al material, así como regula la consistencia. Tienen un alto grado de pulido como las resinas de micropartículas y propiedades mecánicas satisfactorias como las resinas



UNIVERSIDAD DE CUENCA

híbridas, pero superficies más suaves y brillantes, menor contracción de polimerización y desgaste reducido. (12) (1)

En la actualidad existen en el mercado nuevas resinas:

- **Resinas de Nanorelleno:** Este tipo de resina compuesta se caracteriza por poseer dos estructuras importantes. Las primeras son nanopartículas o nanómeros que presentan una dimensión de aproximadamente 25 a 75nm y la segunda los "nanoclusters" de aproximadamente 0,4 a 1,4 μm , estos nanoclusters son una especie de racimos de uvas compuestos de las mismas nanopartículas aglomeradas o nanoagregadas. A diferencia de las densas partículas de relleno de los híbridos, estos nanoclústeres son porosos y permiten que la matriz de resina del composite rellene los espacios presentes dentro y entre los clústeres. (10) Los objetivos que se persiguen al incorporar las nanopartículas en los composites son: mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, por ejemplo, resistencia a la abrasión, mejorar la lisura superficial y permitir mejor terminado, incorporar más componente cerámico, disminuir la cantidad de resina en la fórmula del composite, y con ello, disminuir la contracción de polimerización volumétrica (CPV) del mismo. Al poseer un composite más carga cerámica, disminuye su porcentaje de contracción. (11)

2.3. FOTOPOLIMERIZACIÓN

2.3.1 CONCEPTO

La fotopolimerización es el proceso en el cual los monómeros se transforman en polímeros, con ayuda de una fuente lumínica. (15) (16)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Muchos de los materiales que usa actualmente el odontólogo son de fotocurado de modo que en un consultorio moderno no se puede dejar de tener una unidad de fotopolimerización. (15) (16)

El flujo luminoso de la unidad de fotopolimerización tiene un efecto considerable sobre la profundidad de polimerización de los composites expuestos (16). Ello es particularmente importante cuando se tiene que polimerizar indirectamente un material a través de restauraciones de cerámica o composite. (9)

Un análisis de la polimerización de las resinas compuestas revela que ciertas características de este material están en desigualdad con otros. A medida que la polimerización de la resina aumente, las propiedades físicas mejoran. Las resinas fotopolimerizables han demostrado que obtienen un cierto grado mayor de conversión que los materiales de autocurado. Sin embargo, el mejor grado de conversión que puede ser logrado con las resinas compuestas está en el rango de 75% hasta 80%. (9)

Diferentes factores influyen el grado de conversión de las resinas estos son:

- Los colores más claros fotopolimerizan más fácilmente y en menos tiempo que los colores oscuros. (9)
- Mientras más tiempo la resina esté expuesta a la lámpara, la fotopolimerización será más efectiva. (9)
- El grado de fotopolimerización está relacionado a la distancia desde la punta de la luz hasta la resina. (9)

2.3.2. LÁMPARAS DE FOTOPOLIMERIZACIÓN

- **Lámparas de Fotopolimerización Halógenas**

Las lámparas halógenas emiten luz de una longitud de onda entre 400- 500 nm. Se basan en una bombilla de luz incandescente, con un filamento de wolframio



UNIVERSIDAD DE CUENCA

y gases halógenos en el interior de la ampolla para aumentar su rendimiento, de donde le viene el nombre de unidad halógena. Emite una luz blanca que se hace pasar por un filtro quedando solo la energía de longitudes de onda correspondientes a la luz azul. Esto hace que el espectro de luz de las lámparas sea limitado sólo por el filtro.

Tienen el inconveniente de su bajo rendimiento, ya que con el filtro se pierde mucha radiación; la generación de calor; la disminución de potencia de la unidad y la necesidad de filtro y ventilador. Todo esto hace que las unidades halógenas requieran mucho mantenimiento. (9)

La luz halógena convencional consiste en un filtro de 100 nm de banda que oscila entre los 400 y los 500 nm. El espectro de luz emitido por las lámparas halógenas provoca la reacción del fotoiniciador (canforquinona). El pico de absorción máxima de este componente es de 465nm. Cuando la canforquinona es expuesta a la luz en presencia de co-iniciadores (aminas) se forman radicales, que abren los dobles enlaces de los monómeros de resina iniciando la polimerización. (9)

- **Lámparas de Fotopolimerización LEDs**

Las unidades LEDs (Light Emitted Diodes) emiten luz de una longitud de onda comprendida entre 450-490 nm o entre 410-490 nm. Funcionan a base de diodos emisores de luz. (17)

Estos diodos están formados por dos cristales semiconductores, es decir, con una conductividad intermedia y con una densidad distinta de electrones cada uno. Al pasar una corriente eléctrica a través de los cristales en la zona de unión se produce una energía que se libera en forma de luz, la longitud de onda que depende de los cristales utilizados. Esta luz, por tanto, tiene una longitud de onda concreta que no necesita ser filtrada, pero por su mecanismo de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

formación es limitada (17). Tiene una larga vida de servicio. Desarrolla baja temperatura que no requiere de ventilador, consume baja energía, no usa filtros. Debido a su espectro de emisión angosto, la unidad de fotopolimerización solo puede polimerizar 25 materiales con una absorción máxima entre 440 y 490nm (canforquinona como fotoiniciador). (18)

2.3.3. Tiempo ideal para fotopolimerización adecuada

El tiempo adecuado con las lámparas halógenas actuales debe ser de 40 segundos por capa de 2mm de espesor. Si bien hay composites que se polimerizan bien en 20 segundos, es posible que en ciertos momentos nos separemos de la superficie del material, lo que ocasionaría una disminución de la intensidad efectiva. Si aplicamos la luz 40 segundos por capa de 2mm de espesor estamos compensando este posible suceso. (3) (4)

2.4. COLOR

El color es una de las propiedades de los objetos que los seres humanos sólo podemos interpretar ante la presencia de una fuente emisora de luz que interactúe entre ellos. (19)

Los colores tienen algunas propiedades inherentes que nos permite distinguirlos de otros y acuñar distintas definiciones de tipo de color. Las propiedades hacen variar de aspecto al color y definen su apariencia final. (20)

Dichas propiedades son las siguientes:

- **Matiz**



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Es aquella cualidad por la cual distinguimos una familia de un color de otra, como el rojo del amarillo, el verde del azul (21). En odontología, el matiz se clasifica según la escala Vita que frecuentemente utiliza cuatro categorías de acuerdo con la predominancia de los colores: A (rojo-marrón), B (naranja-amarillo), C (verde-gris), y D (rojo-ceniza). (20)

- **Croma**

Este concepto representa la pureza o intensidad de un color particular. Es decir, describe la intensidad del matiz.

Los colores puros del espectro están completamente saturados. Un color intenso es muy vivo. Cuanto más se satura un color, mayor es la impresión de que el objeto se está moviendo. (20) (22)

La saturación puede también ser definida por la cantidad de gris que contiene: cuanto más gris o más neutro es un color, menos brillante o menos “saturado” es. Igualmente, cualquier cambio hecho a un color puro automáticamente disminuye su saturación. (20) (22)

- **Valor o brillo**

Es un término que se usa para describir lo claro u oscuro que parece un color, y se refiere a la cantidad de luz percibida. El brillo se puede definir como la cantidad de “oscuridad” que tiene un color, es decir, representa lo claro u oscuro que es un color respecto de su color patrón. (20) (22)

Este es considerado como el factor más importante para el resultado final de la tonalidad. (20) (22)

Con el fin de convertir mediciones espectrofotométricas en las tres dimensiones mencionadas, la Comisión Internacional de la Iluminación (Commission



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Internationale de l'Eclairage CIE), una organización dedicada a estandarizar áreas como el color y apariencia, creó el sistema CIE de colores. (23)

En 1976 desarrollaron el modelo colorimétrico La^*b^* también llamado CIELAB en el que se indican los colores según tres parámetros. (23)

Luminancia: es una medida de la luminosidad de un objeto y se cuantifica en una escala en donde el negro tiene un valor L^* de cero y el blanco un valor L^* de 100. Este parámetro está directamente relacionado con el valor o luminosidad descrito por Munsell. (24)

a^* y b^* : Dos gamas de colores (a^* , valores negativos indican verde mientras valores positivos indican rojo) y su posición entre amarillo y azul (b^* , valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo), con valores que van desde el -120 al + 120. (23)

2.4.1. MEDICIÓN DEL COLOR EN ODONTOLOGÍA

Guías de Color

Las guías de color son indispensables, tanto para la selección del color de los materiales en clínica como para comunicar éste al laboratorio, en el caso de que la restauración se realice con materiales que precisan ser elaborados allí. Sin embargo, no existe ninguna escala que consiga reproducir todos los colores existentes en los dientes naturales y, por tanto, no existe una guía de color ideal. (22)

A pesar de sus limitaciones, las guías más utilizadas son la Vitapan Classical, Chromascop y la Vitapan 3D Master. (22)

- **Vitapan Classical A1-D4®:** La Vita Classical es el referente para las guías de color. Formada por 16 muestras de color que pueden ser ordenadas de



UNIVERSIDAD DE CUENCA

dos maneras, según las tonalidades cromáticas en familias A (rojo-parduzco), B (rojo-amarillento), C (verde-gris), D (rojiza-gris) y según su valor o luminosidad. (20) (22)

A pesar de ser la más ampliamente utilizada, por su extrema facilidad de uso, esta escala posee algunos inconvenientes, uno de ellos es que existen tantas guías de color como fabricantes, que a su vez se organizan de diversas maneras y puede causar errores al momento de la selección. (20) (22)

- **Vita System 3D Master®:** Caracterizada por una distribución sistemática de 26 colores, está organizada en cinco familias de acuerdo a la luminosidad, con una distribución secundaria basada en el croma y matiz. Los valores van desde el 1(más claro), al 5(más oscuro) (22). En cada grupo se dispone de un valor central (M2) rodeado de 6 muestras para la determinación del matiz e intensidad cromática que se diferencian con los códigos L1.5 y L2.5 para tonalidades amarillas y para tonalidades rojizas tenemos R1.5 y R2.5. (25)
- **Chromascop (Ivoclar Vivadent-Uk):** Conformada por cinco grupos de colores de cuatro muestras cada uno que varían de acuerdo a la intensidad. Cada grupo tiene un número que corresponde a un matiz: 100 (blanco), 200 (amarillo), 300 (café claro), 400 (gris), 500 (café oscuro). (26)

Espectrofotómetros

Los espectrofotómetros se encuentran entre los instrumentos más precisos, útiles y flexibles en la determinación del color en odontología, miden la cantidad de luz reflejada por un objeto a intervalos de 1-25Nm a lo largo del espectro visible y las medidas obtenidas se codifican a guías de color dentales. (26)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Los espectrofotómetros despliegan una reflexión espectral o curva de transmisión que es en función de la longitud de onda; a partir de la curva de transmisión espectral pueden calcularse los datos con triple estímulo para un determinado objeto luminoso. Se ha encontrado que las mediciones mediante espectrofotómetro bajo condiciones de luz estandarizadas probablemente son 33% más fiables y exactas que las obtenidas por observación visual y una coincidencia objetiva del color en un 93,3% de los casos. (24) (26)

El Easyshade Advanced 4.0, presenta mejoras en cuanto a su conectividad inalámbrica, una fibra óptica circular de 5mm de diámetro, un modo de indicación de los colores de Vitablocs, y una representación del proceso de blanqueamiento dental de acuerdo con la recomendación de la American Dental Association. Todos estos dispositivos Vita, determinan el color de acuerdo a los sistemas Vita classical (A1-D4) y VITA 3D-Master, además del sistema CIE $L^*a^*b^*$. (24)

En la medición del color dental con espectrofotómetro, el color de la muestra debe tomarse sobre un fondo que vaya del blanco al gris, con una iluminación que no sea demasiado distinta a la luz natural del medio día. (20) (22)

Colorímetros

Estos tienen filtro y son generalmente diseñados con el sistema CIELab, las medidas han sido comparadas con lecturas de espectrofotómetros y se ha demostrado que tienen buena repetitividad. Sin embargo, la desventaja está en que solamente miden superficies planas y las piezas dentales a menudo no son planas en su totalidad pudiendo tener anomalías superficiales por lo que la determinación de color puede estar sujeta a errores. (24) (27)

2.5. ESTABILIDAD DE COLOR



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Propiedad de la resina para conservar su color durante un periodo de tiempo y un ambiente específico. (9)

Al realizar una restauración de resina es fundamental emparejar el color inicial del compuesto sin curar al de los dientes naturales adyacentes, la coincidencia de color debe mantenerse idealmente después de la polimerización y durante la vida útil de la restauración. (28)

Las resinas fotopolimerizables tienen buena estabilidad de color, pero depende de varios factores como el tamaño de partículas de carga, el manejo correcto de la fotopolimerización y el consumo excesivo por parte del paciente de colorantes como la nicotina, café, té, remolacha, chocolate, vino tinto y las bebidas gaseosas. (9)

2.6. CAFÉ

Bebida que se obtiene de semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta de café.

El café es una de las sustancias más consumidas en el mundo. Al menos, el 30% de la población mundial consume una vez al día una taza de café. Este presenta un gran aroma, sabor y placer. Esta bebida aporta sustancias como el cafestol, kahweol, ácido clorogénico a los cuales se les atribuye propiedades antioxidantes. Así mismo, contiene carotenoides, los cuales brindan el color característico. Los efectos más conocidos son que puede provocar insomnio, así como también facilitar el sueño profundo. Se conoce que puede ser irritante del sistema digestivo, porque puede aumentar los niveles de colesterol y posee efectos negativos durante el embarazo y la menopausia, También puede incrementar los riesgos de problemas cardiovasculares. (29)

El café, es una de las bebidas que más pigmenta las restauraciones, ya que contiene cafeína, la cual penetra en las resinas y las pigmenta. Es por eso que tiene el efecto de oscurecer poco a poco las restauraciones dentales e ir las



UNIVERSIDAD DE CUENCA

pigmentando, dejándolas menos brillantes, afectando a la parte estética de los dientes, pero depende mucho de la vulnerabilidad de cada restauración, esta puede estar relacionada con las propiedades físicas de la resina entre ellas el grado de polimerización de la misma. (21)

ESTADO DEL ARTE

Los Autores KHERAIF. QASIM RAMAKRISHNAIAH y REHMAN. En su estudio publicado en el año 2013 evaluaron el grado de conversión de la resina nanohíbrida en comparación con la resina microhíbrida, para esto ambas fueron fotopolimerizadas en 20 segundos y con técnicas similares, posteriormente fueron sumergidas en diferentes pigmentos. Concluyendo que el grado de conversión de la resina de microrelleno fue superior a los valores obtenidos con la resina de nanorelleno en relación con la estabilidad de color. (30)

ALEXIO DOS SANTOS DOMINGOS. SASSO GARCÍA y BOTTA MARTINS. En el año 2011 realizaron un estudio que, tras utilizar lámparas halógenas convencionales, halógenas de alta potencia y lámparas (LED) para fotopolimerizar sus muestras y después sumergirlas en 4 medios de inmersión: café, té, Coca-Cola® y saliva artificial. Demostró que no hubo diferencias significativas en la estabilidad del color dependiente de las fuentes de luz, y que el café fue el medio de inmersión que provocó mayores cambios de color en la resina. (31)

En la investigación publicada en 2010 por CEBALLOS, FUENTES y TAFALLA compararon la efectividad de polimerización de la resina compuesta curada con una lámpara halógena y una lámpara de luz LED, durante 20 y 40 segundos. Y demostraron que no existe diferencia entre los 2 tipos de lámparas, pero se detectó un efecto relevante en el tiempo de irradiación porque la resina presentaba mayor microdureza cuando fue irradiada durante 40 segundos. (3)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

En la facultad de Odontología de la Universidad Central del Ecuador en el 2015 se realizó un trabajo de investigación denominado **“Cambio de color por exposición al café de dos tipos de resinas compuestas utilizadas en restauraciones dentales. Estudio *In Vitro*”** en el cual se comparó la estabilidad de color de 2 marcas comerciales diferentes de resina de nanorelleno, después de ser sumergidas en café por 7 días. Su conclusión fue que las dos resinas al estar sumergidas en café presentan alteración en su estabilidad de color determinando que la resina FiltekTM Z350 es la más afectada en comparación con la resina BrilliantTM MNG que demostró colores de pigmentación más claros. (32)



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el cambio cromático de resina de nanorelleno, en relación con el tiempo de polimerización de 20 y 40 segundos. Después de la inmersión a café.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar cuantitativamente el cambio cromático de la resina de nanorelleno polimerizada en 20 segundos, antes y después de la inmersión a café.
- Evaluar cuantitativamente el cambio cromático de la resina de nanorelleno polimerizada en 40 segundos, antes y después de la inmersión a café.
- Comparar cuantitativamente el cambio cromático de la resina de nanorelleno polimerizada en 20 y en 40 segundos, antes y después de la inmersión a café.



4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio *In Vitro* de tipo experimental y comparativo

4.2. UNIVERSO Y MUESTRA

Población de estudio: Conformada por 50 discos de resina Filtek Z350 XT (3M-ESPE), (25 fotopolimerizados en 20 segundos y 25 polimerizados en 40 segundos).

Los datos fueron obtenidos a través del espectrofotómetro (Vita Easysshade Advance 4.0, - Germany). Se utilizó una ficha, la cual incluyó el grupo, número del espécimen, el valor inicial y el valor final. (Anexo 1)

La población es finita ya que se sabe de cuantos elementos consta la población por lo que se utiliza la siguiente fórmula:

PARÁMETROS	VALORES
N=Población de estudio	50
Z=Nivel de confianza	1,96
e=Error de estimación	0,01
p=Probabilidad a favor	0,5
q=Probabilidad en contra	0,5
n=Tamaño de la muestra	50



UNIVERSIDAD DE CUENCA

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{3,8416 \times 0,5 \times 0,5 \times 50}{50 \times 0,001 \times 0,5 \times 0,5}$$

$$n = \frac{48,02}{0,9654}$$

$$n = 49,74$$

$$n = 50$$

50 muestras/ 2 grupos = 25 por grupo.

4.3. HIPÓTESIS

4.3.1. Hipótesis Afirmativa

El tiempo de fotopolimerización de la resina influye en la estabilidad de color de la resina.



4.3.2. Hipótesis Nula

El tiempo de fotopolimerización de la resina no influye en la estabilidad de color de la resina.

4.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR	ESCALA
Color	El color es una de las propiedades de los objetos que los seres humanos sólo podemos interpretar ante la presencia de una fuente emisora de luz que interactúe entre ellos	Espectrofotómetro (Vita Easyshade Advance 4.0-Germany)	B1:1 A1:2 B2:3 D2:4 A2:5 C1:6 C2:7 D4:8 A3:9 D3:10 B3:11 A3.5:12 B4:13 C3:14 A4:15 C4:16
Tiempo de Fotopolimerización	Tiempo durante el cual la resina fue sometida a la luz de la lámpara de fotopolimeriza-	Tiempo en Segundos	20 segundos 40 segundos



VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR	ESCALA
	ción.		
Café (constante)	Bebida que se obtiene de semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta de café.	7gr de café Nescafé en 200 ml de agua	Nominal
Resina (constante)	Son materiales poliméricos con muchas uniones cruzadas reforzadas por la dispersión de partículas de un relleno de resinas orgánicas, cristalinas, vítreas o de sílice amorfo y/o fibras amorfas cortas unidas a la matriz mediante un agente de acoplamiento.	Composición de las resinas	Nominal (Resina Filtek Z350)

4.5. PROCEDIMIENTOS Y MÉTODOS

4.5.1. ELABORACIÓN DE MUESTRAS

Utilizando como molde blisters prefabricados de metoclopramida (Metoclox-Life-Ecuador), se confeccionaron al azar 50 discos de resina Filtek Z350 XT (3M-ESPE) color A2 esmalte. La resina se manipuló con espátulas de composite (Premiere-España) y se colocó incrementos de 2mm de espesor hasta que el



UNIVERSIDAD DE CUENCA

molde quedó lleno; cada incremento fue fotopolimerizado en los tiempos de 20 segundos para un grupo y 40 segundos para el otro grupo con la lámpara de fotocurado de luz halógena (QHL 75-Dentsplay). Para asegurar que la lámpara de fotocurado proporcionó los mismos niveles de intensidad durante todo el experimento, se utilizó un radiómetro de luz visible marca (DYMAX-New York-USA) el cuál determinó que la intensidad emitida por la lámpara fue de 450 nm para la elaboración de todos los discos. Para la fotopolimerización la punta de la fibra óptica de la lámpara se colocó lo más próximo posible al disco de resina (como indican los protocolos). (33)

Finalmente se midió los especímenes resultantes mediante un calibrador electrónico (STANLEY-USA), para así determinar si se produjo o no contracción por polimerización y ajustar el tamaño hasta conseguir muestras de 7 x 4mm.

En los discos no se utilizó ninguna técnica de pulido o acabado, pues al realizar el pulido se elimina la capa inhibida de la resina (34), lo cual pudo haber provocado fallas en el estudio.

4.5.2 CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

Los especímenes resultantes fueron almacenados en frascos de color ámbar (GLC-019-Qorpak) de 60ml, para impedir el paso de la luz ambiental y consecuentemente una mayor fotopolimerización. Colocados en la Incubadora (New Line-USA); estos frascos contenían agua destilada para simular la humedad de la cavidad bucal.

4.5.3 TOMA DE COLOR INICIAL

El color de los discos fue verificado por medio del espectrofotómetro (Vita Easyshade Advance 4.0-Germany) en la escala Vita CLASSICAL, antes de ser



UNIVERSIDAD DE CUENCA

sumergidos en el café, usando un fondo blanco, un medio de luz natural en el lapso de tiempo de 9:00 a 11:00 am.

A cada una de las muestras se tomó fotografías con una cámara réflex digital (Nikon D-3300-JAPON) al igual que se registró el color inicial en la hoja de recolección de datos (ANEXO 1).

B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3	B4	C3	A4	C4
.5															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

4.5.4. INMERSIÓN DE LA MUESTRA A LA BEBIDA PIGMENTANTE

Una vez listas las muestras se procedió a sumergirlas en café cuya preparación fue de 7g de Nescafé pesados en una báscula de cocina (Camry Scale-China) en 200 ml de agua hirviendo (este volumen se midió con una pipeta de 10 ml marca Pyrex-USA). que simula una taza que se consume a diario, las muestras permanecieron sumergidas durante 15 minutos (que es el tiempo promedio en el que se consume una taza de café) en frascos ámbar (GLC-019-Qorpak) de 60ml con 30ml de café (este volumen se midió con una pipeta de 10 ml marca Pyrex-USA). Durante 7 días que es el tiempo que en estudios anteriores se comprobó ya se producen cambios en las restauraciones. (32) (35)

4.5.5. LIMPIEZA Y CONSERVACIÓN

Pasado los 15 minutos se procedió a lavar y cepillar (cepillo dental Colgate Premier Clean- Colgate Palmolive-Colombia) los especímenes durante 3 minutos (tiempo adecuado de cepillado dental) (36), simulando la limpieza dental y posteriormente se los conservó en su respectivo frasco ámbar con agua destilada (Laboratorios arcosa-Quito) e incubadas a 37°C que es la



UNIVERSIDAD DE CUENCA

temperatura en la cavidad bucal en la Incubadora (New Line-USA), la misma que se encuentra en el laboratorio de microbiología.

En el cepillado no se utilizó pasta dental porque al contener sustancias abrasivas puede ocasionar modificaciones en los discos de resina. (37)

4.5.6 TOMA DE COLOR FINAL

Cumplido los siete días de experimentación se procedió a tomar el color final de las muestras 3 veces mediante el espectrofotómetro (VITA Easyshade® Advance 4.0-Germany) en la escala VITA CLASSICAL, usando un fondo blanco, un medio de luz natural en el lapso de tiempo de 9:00 a 11:00 am para determinar el color que finalmente presentan al estar expuestas al café.

A cada una de las muestras se tomó fotografías con una cámara réflex digital (Nikon D-3300-JAPON) al igual que se registró el color final en la hoja de recolección de datos. (ANEXO 1)

4.6. PLAN DE ANÁLISIS

Para el análisis de los cambios presenciados en cada grupo se aplicó la prueba no paramétrica para muestras relacionadas de Wilcoxon, además para determinar la diferencia de grupos en la frecuencia de cambios se empleó la prueba Chi-Cuadrado y finalmente para determinar la diferencia de los niveles de cambio entre los grupos se aplicó la prueba U-Mann Whitney. Para la toma de decisiones se tuvo una consideración del 0.001. El procesamiento de los datos se lo realizó en el programa estadístico SPSS 23 (IBM-USA) y la edición de tablas y gráficos en Excel 2016(Microsoft-office-USA).



5. RESULTADOS

5.1. Resina de nanorelleno fotopolimerizada en 20 segundos.

Todos los discos de resina fotopolimerizada en 20 segundos, reportaron cambios cromáticos al final del séptimo día de haber estado sumergidas diariamente durante 15 minutos en café. Fueron 4 piezas las que cambiaron 10 niveles cromáticos del nivel inicial A2 (5) al A4 (15) y 21 piezas que cambiaron 11 niveles cromáticos hasta alcanzar el color extremo C4 (16). Se reportó un cambio estadísticamente significativo. $p=0.000$. Tabla 1.

Tabla 1. Cambios cromáticos (resina polimerizada en 20 segundos)

Color final	Niveles cromáticos cambiados	Frecuencia
A4	10	4
C4	11	21
p	0,000*	

*Nota: * cambio significativo*

5.2. Resina de nanorelleno fotopolimerizada en 40 segundos.

En el grupo de resina fotopolimerizada durante 40 segundos se dieron cambios en 6 de los 25 discos y el oscurecimiento de color se dio en 2 niveles, alcanzando una coloración C2. No se reportó un cambio significativo con la prueba de los signos $p = 0.031$. (Se dieron 19 empates y 6 cambios positivos). Tabla 2.

Tabla 2. Cambios cromáticos (resina polimerizada en 40 segundos)

Color final	Número de cambios	Frecuencia
A2	0	19
C2	2	6
P	0,031	

5.3. Comparación del cambio cromático entre las resinas polimerizadas durante 20 segundos y durante 40 segundos.

La prueba Chi-cuadrado para comparación de variables categóricas determinó diferencias significativas en la existencia de cambios de color entre los dos grupos de estudio. $p = 0.000$.

Tabla 3. Cambios cromáticos

Condición	Tiempo		Total
	20 segundos	40 segundos	
Ausencia de cambios	0	19	19
Presencia de cambios	25	6	31
Total	25	25	50
Chi-cuadrado (p)	30,65 (0,000)		

En el primer grupo de estudio se dio un cambio medio de color de 10.84 (DE=0.37), mientras que en el segundo grupo de estudio el cambio medio fue de 0.48 (DE=0.87), El nivel de cambio cromático entre grupos fue estadísticamente significativo ($U = 000$, $p=0.000$).



UNIVERSIDAD DE CUENCA

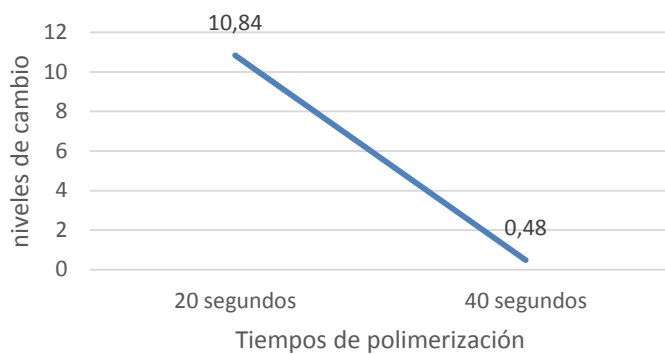


Gráfico 1. Niveles de cambio de color



6. DISCUSIÓN

Existen trabajos similares a este estudio In Vitro para evaluar el cambio cromático de la resina de nanorrelleno Filtek z350 XT con tiempos de fotopolimerización de 20 y 40 segundos sumergida en café. Como el de Kheraif. Qasim Ramakrishnaiah y Rehman donde se comparó la estabilidad de color de la resina nanohibrida y la resina microhíbrida frente a diferentes pigmentos, concluyendo que la resina de nanorelleno mostró una decoloración significativamente mayor que la resina microhíbrida. (30)

Al igual que el estudio de Sosa D. y Peña D. que evaluaron alteraciones de color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas, donde se pudo observar que todas las resinas estudiadas fueron susceptibles a la pigmentación y que la capacidad de pigmentación de los líquidos estudiados fue mayor para el vino tinto seguido por el café y por último la Coca-Cola®. (38)

Cartagena Solórzano B. quien concuerda con el presente estudio en decir que cuando una resina se pigmenta en un tiempo menor a 2 años (vida útil promedio) es debido a un mal manejo de la resina por parte del odontólogo. (39)

Scotti y Venturello también concuerdan, afirmando que el aumento del tiempo de irradiación puede ser útil para obtener un alto grado de conversión (DC) con una resina compuesta de nanorelleno, particularmente con capas compuestas de 2 mm. (40)

Ceballos, Fuentes y Tafalla obtuvieron con su investigación resultados similares a los de nuestro estudio, demostrando que la resina fotopolimerizada en 40 segundos presenta mayor microdureza y mejores propiedades físicas que la resina fotopolimerizada en 20 segundos. (3)



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Ozturk B Y Cobanoglu N. encontraron que el grado de conversión dependía del tiempo de exposición a la lámpara de fotocurado y que la cantidad de energía que recibe el compuesto es un determinante significativo. (41)

Dionysopoulos y Papadopoulos, al igual que Cohen C, Iosef M. comprobaron con su estudio que con un mayor tiempo de fotopolimerización de las resinas de nanorelleno se obtendrá una profundidad de curado adecuada, dando como resultado mejores propiedades físicas en la restauración final. Lo que coincide con nuestra presente investigación (42) (43).

Pero por el contrario otros autores como C Poggio, M Lombardi y S Gaviati difieren del presente estudio, al tomar 20 segundos como tiempo ideal para la fotopolimerización de las resinas nanohíbridas actuales. (44). También Nagi y Moharam al decir que el tiempo de curado reveló un efecto estadísticamente no significativo sobre las propiedades físicas de la restauración. (45) E inclusive las indicaciones dadas por la casa comercial de la resina Filtek z350 XT difieren, puesto que recomiendan 20 segundos para polimerizar capas de 2mm de profundidad de resinas de la gama de colores de esmalte. (46)



7. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se elaboró este estudio se puede concluir que:

- La resina de nanorelleno Filtek Z350 XT fotopolimerizada en 20 segundos con luz halógena, al estar expuestas al café presenta gran cambio en su estabilidad de color.
- La resina de nanorelleno Filtek Z350 XT fotopolimerizada en 40 segundos con luz halógena, al estar expuestas al café no presenta cambios de coloración en la mayoría de casos.
- La estabilidad de color de la resina de nanorelleno Filtek Z350 XT está relacionada con el tiempo de fotopolimerización y por ende con el grado de conversión de la resina.
- Según los resultados obtenidos en este estudio 20 segundos con luz halógena, no es el tiempo suficiente para asegurar una correcta fotopolimerización de la resina de nanorelleno Filtek Z350 XT, en cuanto a estabilidad de color.
- Según los resultados obtenidos en este estudio 40 segundos con luz halógena, es el tiempo de fotopolimerización ideal de la resina de nanorelleno Filtek Z350 XT, en cuanto a estabilidad de color.



8. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares que comparen resinas de nanorelleno de diferentes marcas comerciales.
- Realizar estudios similares que comparen resinas de nanorelleno de diferente opacidad y translucidez.
- Realizar estudios con otras bebidas de alto consumo en nuestro medio.
- Realizar investigaciones similares utilizando distintos tiempos de fotopolimerización.
- Realizar estudios con diferentes tipos de lámparas de fotopolimerización.
- Realizar investigaciones utilizando el sistema CIEL*a*b* para analizar las tres dimensiones del color.
- Se recomienda utilizar 40 segundos de fotopolimerización de la resina de nanorelleno Filtek Z350 XT por lo menos en el último incremento de resina.
- Realizar estudios con un mayor número de especímenes, por que el haber utilizado únicamente 25 especímenes por grupo pudo ser un limitante.



9. BIBLIOGRAFÍA

1. Sampedro A, Cifuentes S. Evaluación In vitro del grado de pigmentación de las resinas Tetric n-Ceram (Ivoclar Vivadente), AmelongenPlus (ultradent), Z100 (3M), Filtek Z250 XT (3M), al ser sumergidas en Nestea, Coca Cola, y café Buen día. ; 2014.
2. Baratieri. Odontología Restauradora fundamentos y técnicas. 1st ed. Sao Paulo: San; 2011.
3. Cevallos L, Fuentes M, Tafalla H. Curing effectiveness of resin composites at different exposure time using LED and halogen units. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2010.
4. Calvo N. Unidades y protocolos de fotocurado. Boletín científico de la academia Colombiana de Operación. 2010.
5. Banco Central del Ecuador. Encuestas de Conyuntura del Sector Agropecuario del Ecuador. 2013.
6. Cuevas Suarez CE, D'Accorso Calderon NB. Uso en odontología de resinas polimerizadas por apertura de anillos. Tesis Doctoral. Mexico: Instituto de Ciencias de la Salud UAEH; 2013.
7. Beolchi R, Miotto R. Los Desafíos de la Fotopolimerización. Dental Tribune. 2015 Marzo.
8. The Academy of Prosthodontics. Journal of Prosthetic Dentistry. The glossary of Prosthetic terms. .
9. Reis A, Loguercio A. Materiales dentales directos de los fundamentos a la aplicación clínica Sao Paulo; 2012.
10. Geissberger M. Odontología estética en la práctica clínica. 1st ed. San Francisco-California; 2012.
11. Fernandez Tarazona JA. Nanotecnología aplicada a la odontología restauradora. rev. DINA. 2015.
12. Hirata R. TIPS: Claves en odontología estética Buenos Aires: Médica Panamericana.; 2012.
13. Martínez J, Azorín L. Estudio de biocompatibilidad de dos composites de baja contracción sobre células madre de origen dental. Murcia: Universidad de Murcia, Departamento de dermatología, estomatología, radiología y medicina; 2016.
14. Cova JL. Biomateriales Dentales. 2nd ed. Venezuela: AMOLCA; 2010.
15. Portela A. Estudio de profundidad de polimerización de resinas compuestas utilizando dos tipos de lámparas de fotopolimerización. DENTSPLY España



y Portugal. 2010.

16. Barrancos M. Operatoria Dental Arte y Ciencias. In. Buenos Aires : Medica Pamericana; 2012.
17. Joubert R. Odontologia Adhesiva y estetica Madrid España: Editorial Médoca Ripano; 2010.
18. Arauzco C. Intensidad de la potencia Lumínica producida por las lámparas halógenas de fotopolimerización Lima ; 2010.
19. Christiani JJ, Devecchi JR. Color: consideración en odontología e instrumentos para el registro. Revista de Operatoria dental y biomateriales. 2016 Agosto; 5(2).
20. Igiel C, Weyhrauch M. Dental color matching: A comparison between visual and instrumental methods. Dental Materials Journal. 2016.
21. Gómez C. Estudio Clínico sobre el color dental en la población de Castilla y León. Universidad de Salamanca ; 2012.
22. Chu S, Trushkowsky R, Paravina R. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. J Dent. 2010; 38(2-16).
23. Codificación CIE. Codificación CIE Lab. [Online].; 2016 [cited 2016 mar 21. Available from: <http://es.ccm.net/contents/711-codificacion-cie-l-a-b>.
24. Olivera Batista O, Vildosóla P, Bersezio C. Instrumentation for assessment of color in dentistry. Revista Dental de Chile. 2014.
25. Bustamante T. 3D-master, colores dentales, cromatología. [Online].; 2010 [cited 2016 Mar 12. Available from: <http://bustamantelab.blogspot.com/2010/10/3d-mester.html>.
26. O'Brien W, Oh WS, Piché P. Color parameters of the chromascop shade guide. Dentistry Journal. 2012 Dec 21; 1(1): p. 3-11.
27. Pop-Ciutrita IS, Colosi H, Dudea D, Badea M. Spectrophotometric color evaluation of permanent incisors, canines and molars. Cross-sectional clinical study. Clujul Medical. 2015 Sep.
28. Karaarslan Sirin E, Bulbul M. Effects of different polishing methods on color stability of resin composites. Dental Materials Journal. 2013.
29. Puerta G. Composición química de una tasa de café. Reporte técnico. FNC,Cenicafé. 2011.
30. Al Kheraif AA1 QSRRIuR. Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. Dent Mater J. 2013.
31. Domingos Alexio Dos Santos P, Nordi Sasso PP. Composite resin color



UNIVERSIDAD DE CUENCA

- stability: influence of light sources and immersion media. *Journal of Applied Oral Science*. 2011 junio; 19(3).
32. Muñoz Mora JE, Alvear Oña DE. Cambio de color por exposición de café de dos tipos de resina compuestas utilizadas en restauraciones dentales. Quito: UCE; 2015.
 33. Howoard E. Successful Light Curing – Not As Easy As It Looks. *Oral Health*. 2013 julio.
 34. Zapién Ucanga A. Capa inhibida de oxígeno. Universidad Veracruzana; Junio, 2013.
 35. Miranda García. Pigmentación por exposición al café en dos tipos de ionomero de vidrio fotocurables en restauraciones servicales. Lima-Perú: USMP; 2012.
 36. Quiñonez L, Zarate M. Control de placa dentobacteriana con el índice O'LEARY. *Revista UTP*. 2015; 5.
 37. Robert W, Donald J. Evidencia Científica Detrás de las Tecnologías de Pastas Dentales Avanzadas. Spa Compendia Mx. 2010.
 38. Sosa D, Peña D. Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. *Revista Venezolana de Investigación Odontológica de la IADR*. 2014; 2.
 39. Cartagena Solorzano B. Factores que intervienen en la pigmentación de una restauración con resina y como evitarla. Universidad de Guayaquil; 2013.
 40. Scotti N, Venturello A, Geobaldo F. Post-curing conversion kinetics as functions of the irradiation time and increment thickness. *Journal of Applied Oral Science*. 2013 abril.
 41. Ozturk Y, Cobanoglu N. Conversión degrees of resin composites using different light sources. *European Journal of Dentistry*. 2013.
 42. Dionysopoulos D, Papadopoulos C. Effect of temperature, curing time, and filler composition on surface microhardness of composite resins. *J Conserv Dent*. 2015.
 43. Cohen C, Iosef M. Estudio comparativo in vitro de la profundidad de polimerización de resinas compuestas fluidas polimerizadas por luz L.E.D versus luz halógenas a través de resinas compuestas previamente endurecidas. Chile: Universidad de Chile; 2012.
 44. Poggio C, Lombardi M, Gaviati S. Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resin photo-activated with different polymerization modes. *Journal of Conservative Dentistry*. 2012 Julio.
 45. Nagi SM, Moharam L. Effect of resin thickness, and curing time on the



UNIVERSIDAD DE CUENCA

micro-hardness of bulk-fill resin composites. J Clin Exp Dent. 2015 diciembre.

46. ESPE 3. Perfil Técnico del producto Filtek. 2010..



10. ANEXOS

ANEXO 1

Número de Espécimen	20 segundos		40 segundos	
	Color Inicial	Color Final	Color Inicial	Color Final
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

B1	A1	B2	D2	A2	C1	C2	D4	A3	D3	B3	A3	B4	C3	A4	C4
.5															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

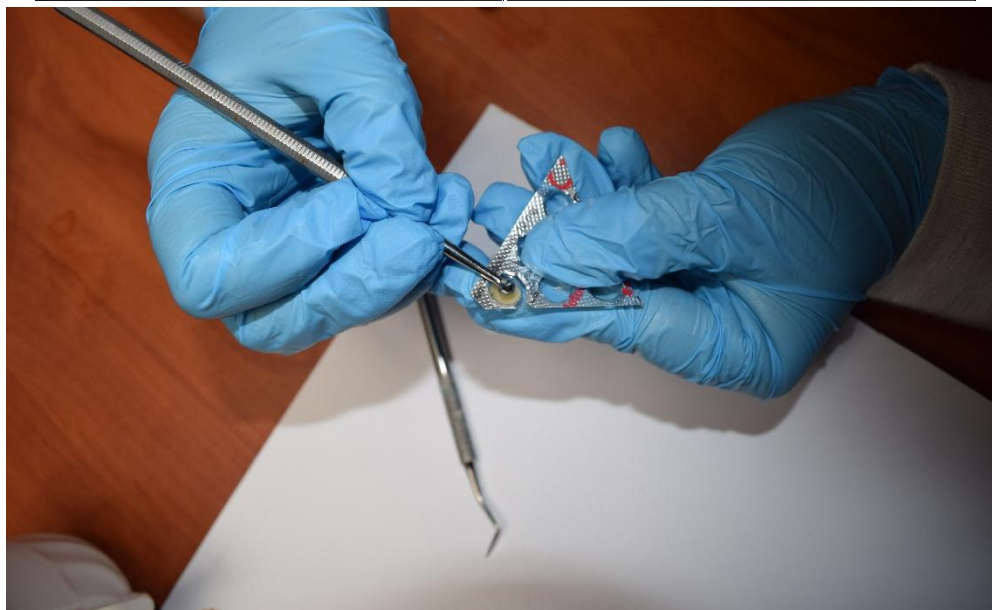
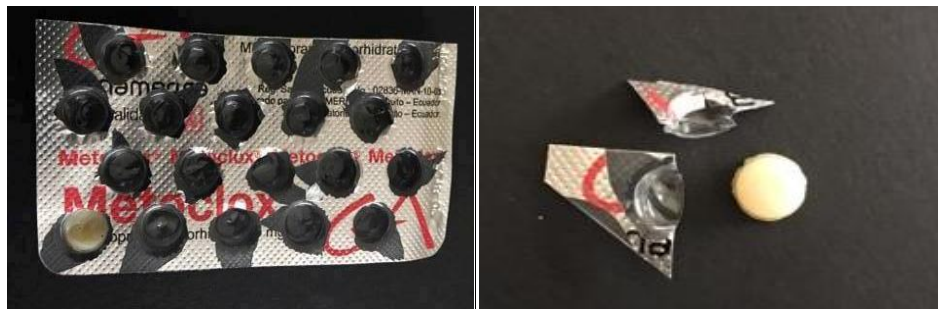


UNIVERSIDAD DE CUENCA

Número de Especimén	20 segundos		40 segundos	
	Color Inicial	Color Final	Color Inicial	Color Final
1	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
2	A2=5	C4=16	A2=5	C2=7
3	A2=5	C4=16	A2=5	C2=7
4	A2=5	C4=16	A2=5	C2=7
5	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
6	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
7	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
8	A2=5	C4=16	A2=5	C2=7
9	A2=5	A4=15	A2=5	A2=5
10	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
11	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
12	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
13	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
14	A2=5	A4=15	A2=5	A2=5
15	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
16	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
17	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
18	A2=5	A4=15	A2=5	C2=7
19	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
20	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
21	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
22	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5
23	A2=5	C4=16	A2=5	C2=7
24	A2=5	A4=15	A2=5	A2=5
25	A2=5	C4=16	A2=5	A2=5

ANEXO 2

FOTOGRAFÍAS



ELABORACIÓN DE DISCOS DE RESINA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



LÁMPARA QHL 75-Dentsplay



MEDICIÓN DISCOS DE RESINA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



PREPARACIÓN DE CAFÉ



ESPECTROFOTÓMETRO VITA EASYSHADE 4.0



TOMA DE COLOR INICIAL



ESPECÍMENES SUMERGIDOS EN CAFÉ



LIMPIEZA Y CEPILLADO DE LOS DISCOS DE RESINA

UNIVERSIDAD DE CUENCA



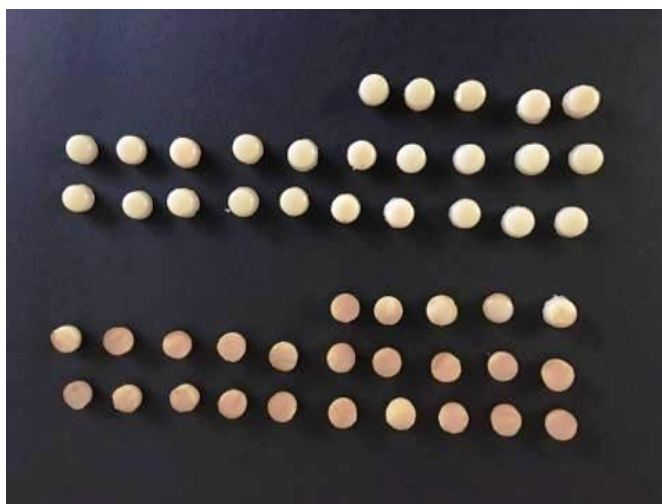
AGUA DESTILADA



ALMACENAMIENTO DE ESPECÍMENES A 37°C EN AGUA DESTILADA



UNIVERSIDAD DE CUENCA



MEDICIÓN DE COLOR FINAL